

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ. 2017–2018 уч. г.
ОЧНЫЙ ЭТАП
8–9 классы

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$.

Скорость света в вакууме $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

Постоянная Планка $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

Постоянная Стефана–Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$.

Масса протона $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

Астрономическая единица 1 а.е. = $1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$.

Парсек 1 пк = 206 265 а.е. = $3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$.

Постоянная Хаббла $H = 67,8 \text{ (км/с)/Мпк}$.

Возраст Вселенной $t_0 = 13,81 \cdot 10^9 \text{ лет}$.

Данные о Солнце

Светимость $3,88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$.

Абсолютная болометрическая звёздная величина +4,72^m.

Показатель цвета (B – V) + 0,67^m.

Средний горизонтальный параллакс 8,794°.

Скорость движения в Галактике 230 км/с.

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м².

Спектральный класс G2.

Видимая звёздная величина –26,78^m.

Эффективная температура 5800 К.

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0,017.

Тропический год 365,242 19 суток.

Средняя орбитальная скорость 29,8 км/с.

Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды.

Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: 23° 26'21,45".

Экваториальный радиус 6378,14 км.

Полярный радиус 6356,77 км.

Масса $5,974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$.

Средняя плотность $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$.

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км

Средний эксцентриситет орбиты 0.055

Наклон плоскости орбиты к эклиптике 5°09'

Период прецессии орбиты 18.6 лет

Сидерический (звёздный) период обращения 27.321662 сут

Синодический период обращения 29.530589 сут

Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или 1/81.3 массы Земли

Визуальное геометрическое альbedo 0.12

Видимая звездная величина в полнолуние –12.7^m

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТ ПЛАНЕТ И ПЛУТОНА

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн км	а.е.				
				градусы		сутки
Меркурий	57,9	0,3871	0,2056	7,004	87,97 суток	115,9
Венера	108,2	0,7233	0,0068	3,394	224,70 суток	583,9
Земля	149,6	1,0000	0,0167	0,000	365,26 суток	—
Марс	227,9	1,5237	0,0934	1,850	686,98 суток	780,0
Юпитер	778,3	5,2028	0,0483	1,308	11,862 лет	398,9
Сатурн	1429,4	9,5388	0,0560	2,488	29,458 лет	378,1
Уран	2871,0	19,1914	0,0461	0,774	84,01 лет	369,7
Нептун	4504,3	30,0611	0,0097	1,774	164,79 лет	367,5
Плутон	5906,5	39,4821	0,2488	17,14	247,92 лет	366,7

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометрическое альbedo	Вид. звёздная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
					г·см ⁻³		градусы		
Солнце	$1,989 \cdot 10^{30}$	332 946	695 000	108,97	1,41	25,380 суток	7,25	—	-26,8
Меркурий	$3,302 \cdot 10^{23}$	0,05271	2439,7	0,3825	5,42	58,646 суток	0,00	0,10	-0,1
Венера	$4,869 \cdot 10^{24}$	0,81476	6051,8	0,9488	5,20	243,019 суток**	177,36	0,65	-4,4
Земля	$5,974 \cdot 10^{24}$	1,00000	6378,1	1,0000	5,52	23,934 часов	23,45	0,37	—
Марс	$6,419 \cdot 10^{23}$	0,10745	3397,2	0,5326	3,93	24,623 часов	25,19	0,15	-2,0
Юпитер	$1,899 \cdot 10^{27}$	317,94	71492	11,209	1,33	9,924 часов	3,13	0,52	-2,7
Сатурн	$5,685 \cdot 10^{26}$	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 часов	25,33	0,47	0,4
Уран	$8,683 \cdot 10^{25}$	14,535	25559	4,0073	1,32	17,24 часов**	97,86	0,51	5,7
Нептун	$1,024 \cdot 10^{26}$	17,135	24746	3,8799	1,64	16,11 часов	28,31	0,41	7,8

* – Для наибольшей элонгации внутренних планет и среднего противостояния внешних планет.

** – Обратное вращение.

Задача 1

Как часто наступали бы полнолуния, если бы масса Земли была в 27 раз меньше, а расстояние от Земли до Луны – в 4 раза меньше?

Задача 2

Две звезды на широте 23.5° в верхней кульминации располагаются симметрично относительно зенита. Обе звезды заходящие. На какой минимальной высоте может происходить нижняя кульминация этих звёзд (до какой минимальной высоты может опуститься та из звёзд, которая опускается ниже)? Решение сопроводите чертежом.

Задача 3

Пароход отправился из Неаполя 26 февраля 1900 года и прибыл в Новороссийск 20 февраля 1900 года. Проведя в Новороссийске 5 дней пароход отправился обратно в Неаполь. Определите дату, которая будет на календаре начальника неаполитанского порта в момент возвращения парохода, если оба путешествия заняли одинаковое время. Определите среднюю скорость парохода в километрах в час, если он находился в плавании целое число суток. Расстояние, пройденное пароходом от Неаполя до Новороссийска, равно 2880 км.

Задача 4

Могут ли произойти в один и тот же месяц:

- а) покрытия Луной Альдебарана и Регула;
- б) покрытия Луной Альдебарана и Антареса;
- в) покрытия Луной Антареса и Регула?

Ответ обоснуйте математически.

Звезда	Эклиптические координаты	
	Долгота	Широта
Альдебаран	$4^{\text{h}}39^{\text{m}}$	$-5^\circ 28'$
Антарес	$16^{\text{h}}39^{\text{m}}$	$-4^\circ 34'$
Регул	$9^{\text{h}}56^{\text{m}}$	$0^\circ 27'$

Задача 5

После гравитационного маневра около Юпитера зонд «Улисс», предназначенный для изучения солнечной магнитосферы, направился к Солнцу по энергетически выгодной (гомановской) траектории по гелиоцентрической орбите, перпендикулярной плоскости эклиптики, с периодом 6.2 года. На какой высоте он пролетел над северным полюсом Солнца? Наклоном оси вращения Солнца к оси эклиптики пренебречь.

Задача 6

В 20-ых числах декабря Солнце находится на небе рядом с известными объектами Мессье – M8 и M20. На рисунке представлен фрагмент карты (изображение не перевёрнутое, направление на северный полюс Мира указано стрелкой) с нарисованным на ней положением Солнца и Меркурия (оно показано крестиком). Как Вы думаете, центр какого из этих объектов раньше пересечёт линию, соединяющую центры туманностей – Солнца или Меркурия? Через сколько времени произойдёт первое пересечение? Ответы обоснуйте.

